



TUGAS AKHIR TF 145565

## **Rancang Bangun Sistem Pengendalian *Pressure* Pada Produksi Brown's Gas Menggunakan Generator HHO Tipe *Dry Cell***

**VIVI NORMALIA HANANIA**  
**NRP 10511500000065**

**Dosen Pembimbing**  
**Arief Abdurrahman, S.T., M.T.**  
**NIP. 19870712 201404 1 002**

**Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.**  
**NIP. 1983201711054**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA**  
**2018**



**TUGAS AKHIR TF 145565**

# **Rancang Bangun Sistem Pengendalian *Pressure* Pada Produksi Brown's Gas Menggunakan Generator HHO Tipe *Dry Cell***

**VIVI NORMALIA HANANIA  
NRP 10511500000065**

**Dosen Pembimbing  
Arief Abdurrahman, S.T., MT.  
NIP. 19870712 201404 1 002**

**Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.  
NIP. 1983201711054**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**FINAL PROJECT TF 145565**

***Design System Control Pressure In  
Production Brown's Gas Using HHO  
Generator Dry Type Cell***

**VIVI NORMALIA HANANIA  
NRP 10511500000065**

**Dosen Pembimbing  
Arief Abdurrahman, S.T., M.T.  
NIP. 19870712 201404 1 002**

**Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.  
NIP. 19832017111054**

**STUDY PROGRAM OF DIII INSTRUMENTATION  
TEKNOLOGI DEPARTMENT OF  
INSTRUMENTATION ENGINEERING FACULTY OF  
VOCATION  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN I

### RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN PRESSURE PADA PRODUKSI BROWN'S GAS MENGUNAKAN GENERATOR HHO TIPE DRY CELL

#### TUGAS AKHIR

Oleh :

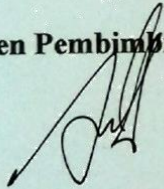
Vivi Normalia Hanania

NRP 10 51 15 00000 065

Surabaya, 17 Juli 2018

Mengetahui dan Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



Arief Abdurrahman, S.T., M.T.  
NIP. 19870712 201404 1 002

Dosen Pembimbing II,



Dwi Oktavianto W.N., S.T., M.T.  
NPP. 1983201711054



Kepala Departemen Teknik  
Instrumentasi,

Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc

NIP. 19620822 198803 1 001

## **LEMBAR PENGESAHAN II**

### **RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN PRESSURE PADA PRODUKSI BROWN'S GAS MENGUNAKAN GENERATOR HHO TIPE *DRY CELL***

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Ahli Madya pada Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas  
Vokasi - Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

**Oleh :**

**Vivi Normalia Hanania**

**NRP 10 51 15 00000 065**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

**Surabaya, 17 Juli 2018**

**Mengetahui dan Menyetujui,**

**Dosen Penguji**



**Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.**

**NPP. 1991201712053**

# **Rancang Bangun Sistem Pengendalian *Pressure* Pada Produksi Brown's Gas Menggunakan Generator Hho Tipe *Dry Cell***

**Nama** : Vivi Normalia Hanania  
**NRP** : 10511500000065  
**Jurusan** : DIII Teknologi Instrumentasi  
Departemen Teknik Instrumentasi FV-ITS  
**Dosen Pembimbing 1** : Arief Abdurrahman, S.T., M.T.  
**Dosen Pembimbing 2** : Dwi Oktavianto Wahyu N., S.T., M.T.

## **Abstrak**

Indonesia mengalami krisis energi dan tidak seimbangnya antara jumlah permintaan energi *fossil fuel* dengan persediaan yang ada, sehingga dapat berdampak pada kelangkaan bahan bakar ataupun melonjaknya harga minyak bumi. Salah satu upaya dalam efisiensi penggunaan energi dengan menambahkan sistem Brown's Gas (HHO) pada kendaraan bermotor yang terbentuk hasil proses hidrolisa pada tabung produksi dapat menghasilkan tekanan yang berlebih yang dapat meledak serta membahayakan. Sehingga pengukuran diperlukan dalam pemantauan dan pengendalian suatu proses. Sensor MPX5700AP yang digunakan termasuk sangat baik karena hanya memiliki error pembacaan sebesar 1,87% dengan akurasi sebesar 98,12%. Waktu yang digunakan untuk mencapai *setpoint* sebesar 5,8 Psi yaitu 108 menit. Respon sistem memiliki *rise time* 106 menit, *peak time* 106 menit, *settling time* pada 5,7 Psi dan 5,9 Psi, dan didapat *overshoot maximum* pada 1,7%. Sensor MPX5700AP bekerja pada *setpoint* 5,8 Psi, sehingga ketika *pressure* telah mencapai *setpoint* maka solenoid valve membuka sebagai pengalir *pressure* yang berlebih keluar ke udara.

Kata kunci : Brown's Gas (HHO), pengendalian *pressure*, sensor MPX 5700AP, mikrokontroller ATmega 32.

***Design System Control Pressure In Production Brown's Gas  
Using Hho Generator Dry Type Cell***

***Name*** : Vivi Normalia Hanania  
***NRP*** : 10511500000065  
***Departement*** : DIII Teknik Instrumentasi  
***Advisor Lecturer 1*** : Arief Abdurrahman, S.T., M.T.  
***Advisor Lecturer 2*** : Dwi Oktavianto Wahyu N., S.T., M.T.

***Abstract***

*Indonesia is experiencing an energy crisis and not the share between the amount of fossil fuel energy demand with existing inventories, so that it can have an impact on fuel shortages or skyrocketing petroleum prices. One of the attempts in the efficiency of energy use by adding a system of Brown's Gas (HHO) on motor vehicles, formed hidrolisa process results in the production of tubes can produce excess pressure can burst and harm. So the measurements required in monitoring and controlling a process. MPX5700AP sensors used include very good because it only has a reading error of 1.87% with accuracy of 98.12%. The time used to reach the setpoint of 5.8 Psi i.e. 108 minutes. System response has a rise time 106 minutes, peak time 106 minutes, settling time at 5.7 5.9 Psi and Psi, and obtained the maximum overshoot at 1.7%. Sensor MPX5700AP work on setpoint 5.8 Psi, so that when the pressure has reached the setpoint then solenoid valve opens as pengalir the excess pressure out into the air.*

***Key words:*** *Brown's Gas (HHO), automation pressure, MPX 5700AP sensor, mikrokontroler ATmega 32.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah *Subhanahuwata'ala* atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN *PRESSURE* PADA PRODUKSI BROWN’S GAS MENGGUNAKAN GENERATOR HHO TIPE *DRY CELL*”** dapat terlaksana sampai akhirnya laporan tugas akhir ini dapat penulis susun hingga selesai. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Orang tua yang telah memberikan segala dukungan baik moral maupun materil,
2. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Kepala Departmen DIII Teknik Instrumentasi ITS,
3. Bapak Arief Abdurrahman S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu, arahan dan saran yang membantu selama proses pengerjaan tugas akhir,
4. Bapak Dr.rer.nat.Ir. Aulia Muhammad Taufik Nasution, M.Sc. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada kami,
5. Bapak Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu, arahan dan saran yang membantu selama proses pengerjaan tugas akhir
6. Terimakasih kepada mas dan mbak yang telah mendukung, memberikan motivasi selama ini,
7. Terimakasih kepada tim *Brown’s Gas* (Dimaswari Egi A, Aditya Catur P dan Alkhabib Luthfi E) yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir ini,



8. Teman-teman F50.3 yang selalu senantiasa memberikan semangat dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini,
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik untuk di kemudian hari. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 17 Juli 2018

Penulis

Vivi Normalia Hanania

NRP. 10 51 15 000 00 065

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN I .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN II.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>

## BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat .....	3

## BAB II DASAR TEORI

2.1 Brown's Gas (Hidrogen Hidrogen Oksida : HHO) .....	5
2.2 Elektrolisis .....	6
2.3 Generator HHO .....	9
2.4 Netral Plat Generator HHO.....	11
2.5 Sistem Pengendalian.....	12
2.6 Sistem Pengendalian Close-Open Loop.....	13
2.7 Sistem Pengendalian On-Off.....	14
2.8 Sensor MPX 5700AP.....	15
2.9 Solenoid Valve .....	15
2.10 Mikrokontroler AVR ATMEGA32 .....	16
2.11 LCD 20X4.....	20
2.12 Karakteristik Statik .....	20

2.13 Teori Ketidakpastian.....	22
--------------------------------	----

### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

3.1 Bahan dan Peralatan yang digunakan .....	25
3.2 Sensor MPX 5700AP.....	25
3.3 Solenoid Valve .....	26
3.4 Relay .....	26
3.5 Mikrokontroler AVR ATMEGA32 .....	27
3.6 Prosedur Penelitian .....	28
3.7 Flowchat.....	28
3.8 Perancangan system.....	29
3.9 Perancangan Hardware .....	29
3.10 Perancangan Software.....	31
3.11 Integrasi Hardware dan Controller .....	31
3.12 Pengujian Sistem Pengukuran dan Sistem Pengendalian .....	32
3.13 Pengambilan dan Analisis Data .....	32
3.14 Penulisan Laporan .....	32

### **BAB IV ANALISIS DATA DAN KESIMPULAN**

4.1 Hasil Perancangan Alat.....	33
4.2 Pengujian Kalibrasi Sensor MPX 5700AP.....	33
4.3 Data Karakteristik Statik Sensor .....	39
4.4 Pengujian sistem pengendalian <i>pressure</i> .....	41
4.5 Pembahasan.....	43

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xiv</b>
-----------------------------	------------

### **LAMPIRAN**

#### **LAMPIRAN A (Data Sheet Level Float)**

**LAMPIRAN B (DATASHEET SYSTEM ATMEGA 32)**

**LAMPIRAN C (Listing Program pada CVAVR)**

**LAMPIRAN D (WIRING)**

**LAMPIRAN E (DATA *PRESSURE*)**

**BIODATA PENULIS**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Pemecahan molekul air menjadi gas HHO .....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Skema elektrolisis .....	6
<b>Gambar 2.3</b>	Hubungan Konsentrasi KOH dan Konduktivitas .	8
<b>Gambar 2.4</b>	<i>Standard</i> komposisi <i>stainless steel</i> (David Tabolt, 1998).....	9
<b>Gambar 2.5</b>	Generator HHO Tipe <i>Dry Cell</i> .....	10
<b>Gambar 2.6</b>	Generator HHO tipe <i>wet cell</i> .....	11
<b>Gambar 2.7</b>	<i>Netral Plat</i> .....	11
<b>Gambar 2.8</b>	Diagram Blok Close Loop .....	13
<b>Gambar 2.9</b>	Diagram Blok Open Loop.....	14
<b>Gambar 2.10</b>	Sinyal Digital .....	14
<b>Gambar 2.11</b>	Diagram Blok On-Off.....	14
<b>Gambar 2.12</b>	Sensor MPX5700AP .....	15
<b>Gambar 2.13</b>	<i>Solenoid Valve</i> .....	16
<b>Gambar 2.14</b>	Bentuk Fisik Mikrokontroler AVR ATMEGA32 PDIP 40 pin .....	17
<b>Gambar 2.15</b>	Bentuk fisik dan konfigurasi pin dari IC ATMEGA32 model PDIP 40 pin .....	19
<b>Gambar 2.16</b>	LCD 20X4 .....	20
<b>Gambar 2.17</b>	Plant Produksi <i>Brown's Gas</i> .....	25
<b>Gambar 3.1</b>	Sensor MPX5700AP .....	25
<b>Gambar 3.2</b>	<i>Solenoid Valve</i> .....	26
<b>Gambar 3.3</b>	<i>Flowchart</i> Sistem .....	28
<b>Gambar 3.4</b>	Diagram Blok Sistem Pengendalian Tekanan....	29
<b>Gambar 3.5</b>	P&ID Sistem Pengendalian <i>Pressure</i> .....	30
<b>Gambar 3.6</b>	Hardware Pengendalian <i>Pressure</i> .....	30
<b>Gambar 3.7</b>	<i>Software Code</i> Vision AVR.....	31
<b>Gambar 4.1</b>	Plant Produksi <i>Brown's Gas</i> .....	33
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik Histerisis Sensor MPX5700AP .....	40

**Gambar 4.3** Grafik Hubungan Respon Solenoid *Valve* - *Pressure*  
..... 42

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengambilan Data Naik MPX5700AP.....	34
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengambilan Data Turun MPX5700AP.....	34
<b>Tabel 4.3</b> Data Kalibrasi Sensor MPX5700AP.....	35
<b>Tabel 4.4</b> Data Kalibrasi Sensor MPX5700AP.....	36
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Data Sensor MPX 5500AP Naik dan Turun ....	39
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Data Pada Respon Valve.....	42





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, pemenuhan kebutuhan energi sebagian besar masih tergantung dengan energi fosil, padahal persediaan energi fosil sudah menipis (Elinur, 2010). *Indonesian Petroleum Association* (IPA) menyatakan bahwa saat ini ada gejala krisis energi di Indonesia. Tahun 2020 diperkirakan Indonesia kekurangan pasokan minyak dan gas sebesar 2,4 - 2,5 juta *barrel oil equivalent per day*. Berdasarkan data yang didapatkan dari statistik Kementerian ESDM tahun 2008 menunjukkan adanya kecenderungan penurunan ketersediaan *fossil fuel* di Indonesia dalam periode 7 tahun terakhir. Kondisi tersebut mengakibatkan sebuah permasalahan berupa Indonesia mengalami krisis energi dan tidak seimbangnya antara jumlah permintaan terhadap energi *fossil fuel* dengan persediaan yang ada, sehingga dapat berdampak pada kelangkaan bahan bakar ataupun melonjaknya harga minyak bumi.

Salah satu upaya dalam efisiensi penggunaan energi dengan menambahkan sistem Brown's Gas (HHO) pada kendaraan bermotor. Brown's Gas merupakan gas hasil dari proses pemecahan air murni ( $H_2O$ ) dengan proses elektrolisis. Gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air tersebut adalah gas Hidrogen dan Oksigen, dengan komposisi 2 Hidrogen dan 1 Oksigen (HHO) (Marlina, 2016). Gas HHO adalah teknologi untuk menghemat bahan bakar karena berupa elektrolisa dari  $H_2O$  menjadi gas  $H_2$  dan gas  $O_2$ . Yull Brown seorang warga negara Australia pada tahun 1974 telah mendapatkan paten dari hasil proses elektrolisa dari air menghasilkan gas  $H_2$  dan  $O_2$  yang diberi nama Brown's Gas yang dapat digunakan untuk menggerakkan mesin kendaraan. Untuk mendapatkan gas HHO yang bisa diproduksi sendiri dan digunakan di mesin diesel diperlukan generator gas HHO (Agni, 2012). Generator gas HHO berupa susunan pelat *stainless steel* dan karet Oring yang memiliki anoda, katoda, dan netral pelat. Generator yang digunakan menggunakan larutan elektrolit berupa campuran air dengan katalis KOH, karena katalis KOH memiliki kecepatan

mekanisme reaksi yang paling cepat untuk mengelektrolisis aquades menjadi gas  $H_2O$  dengan katalis lainnya.

Brown's gas yang terbentuk hasil proses hidrolisa pada tabung produksi gelembung bisa saja menghasilkan tekanan yang berlebihan sehingga dapat meledak serta membahayakan. Sehingga pengukuran diperlukan dalam pemantauan dan pengendalian suatu proses. Maka dari itu sistem pengontrolan tekanan dibuat untuk keamanan apabila terjadi *error* atau hal-hal yang tidak diinginkan sehingga diperlukan pengendalian tekanan pada sistem tersebut. Untuk mendukung itu semua, maka diperlukan adanya otomatisasi yang dapat mengurangi tingkat kesalahan. Oleh karena itu dibuat tugas akhir ini dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Pengendalian *Pressure* Pada Produksi Brown's Gas Menggunakan Generator Hho Tipe *Dry Cell*”**.

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat ditarik dari latar belakang di atas yaitu:

1. Bagaimana cara merancang sistem pengendalian *pressure* pada rancang bangun alat produksi Brown's gas menggunakan generator HHO tipe *dry cell*, dan
2. Bagaimana cara menguji sistem pengendalian *pressure* pada rancang bangun alat produksi Brown's gas menggunakan generator HHO tipe *dry cell*.

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Merancang sistem pengendalian *pressure* pada produksi brown's gas.
2. Bahan generator yang digunakan adalah *stainless steel*.
3. *Engine* yang digunakan untuk pengujian adalah motor *automatic transmittion* 110 cc.
4. Bahan yang digunakan pengujian adalah KOH+Aquades.

## 1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat diketahui tujuan dari tugas akhir ini, yaitu :

1. Merancang sistem pengendalian *pressure* pada rancang bangun alat produksi Brown's gas menggunakan generator HHO tipe *dry cell*, dan
2. Menguji sistem pengendalian *pressure* pada rancang bangun alat produksi Brown's gas menggunakan generator HHO tipe *dry cell*.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai media pembelajaran dan pengetahuan bagi mahasiswa.

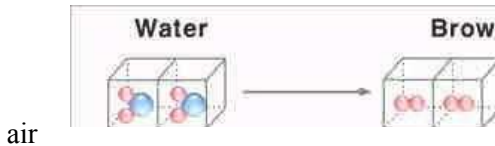
**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Brown's Gas (Hidrogen Hidrogen Oksida : HHO)

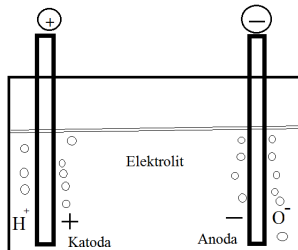
Brown's Gas atau yang disebut HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) merupakan gas hasil dari proses pemecahan air murni dengan proses elektrolisis. Gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air tersebut adalah gas Hidrogen dan Oksigen, dengan komposisi 2 Hidrogen dan 1 Oksigen (HHO), sebagaimana terdapat pada Gambar 2.1. Oleh karena itu Brown's gas juga lebih dikenal dengan nama gas HHO, selain itu gas HHO juga dikenal dengan sebutan *oxy-hydrogen* (Agni, 2012).



**Gambar 2.1**  
Pemecahan molekul  
menjadi gas HHO.

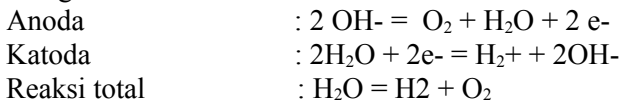
Teknologi untuk memecah molekul air menjadi gas HHO dengan cara elektrolisis air sebenarnya telah ditemukan sejak tahun 1800 oleh William Nicholson dan Johann Ritter. Kemudian pada tahun 1805, Isaac de rivaz (1752-1828) menggunakan gas hidrogen dari hasil elektrolisis air sebagai bahan bakar mesin pembakaran internal yang ia rancang dan ia buat sendiri. Pada saat itu bahan bakar fosil belum ditemukan. Namun gas hasil dari elektrolisis air tersebut baru diberi nama dan dipatenkan oleh Dr. Yull Brown, pada tahun 1974. Gas hasil dari elektrolisis air tersebut diberi nama Brown's gas. Selain menggunakannya sebagai suplemen bahan bakar pada mesin, Dr. Yull Brown juga menggunakan Brown's Gas untuk pengelasan (*cutting and welding torch*)[1]. Selain sebagai bahan bakar kendaraan dan pengelasan, Brown's Gas juga dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk kompor.

## 2.2 Elektrolisis



**Gambar 2.2** Skema elektrolisis

Elektrolisis adalah suatu proses untuk memisahkan senyawa kimia menjadi unsur-unsurnya atau memproduksi suatu molekul baru dengan memberi arus listrik. Elektrolisis  $\text{H}_2\text{O}$  adalah pemecahan unsur air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dengan mengalirkan arus listrik DC untuk penguraian air menjadi gas  $\text{H}_2\text{O}$  (Brown's gas) karena atom dari air kehilangan elektronnya sedangkan atom oksigen mendapatkan elektron. Dengan demikian atom-atom oksigen bermuatan negatif ( $\text{O}^-$ ) dan atom hidrogen menjadi positif ( $\text{H}^+$ ). Atom-atom Hidrogen ini bergabung menjadi gas  $\text{H}_2$  dalam bentuk gelembung-gelembung dan melalui katoda akan mengambang keatas. Hal tersebut juga terjadi pada ion  $\text{O}$  yang kemudian berkumpul menjadi gas  $\text{O}_2$  [11]. Reaksi yang terjadi pada proses sebagai berikut:



Untuk memudahkan reaksi molekul  $\text{H}_2\text{O}$  dibutuhkan katalis agar reaksi tersebut semakin cepat. Katalis adalah suatu zat yang mengubah laju reaksi kimia namun zat tersebut tidak berubah diakhir reaksi, berdasarkan definisi ini maka katalis dapat mempercepat atau memperlambat reaksi kimia. Katalis  $\text{NaOH}$  dengan elektrolisis menggunakan penyekat polivinil asetal komersial menghasilkan kadar natrium yang lebih banyak di bandingkan dengan elektrolisis menggunakan merkuri.<sup>[5]</sup> Penelitian ini membandingkan dua jenis katalis yaitu  $\text{KOH}$  dan

$\text{NaHCO}_3$  yang mempunyai karakteristik yang berbeda.  $\text{KOH}$  adalah basa kuat yang terbuat dari logam alkali kalium yang bernomor atom 19 pada tabel periodik, kegunaannya yang amat penting adalah untuk baterai alkali yang menggunakan larutan sebagai elektrolit (Ishana SYL, 2010).

Adapun Faktor yang mempengaruhi elektrolisis antara lain adalah:

a. Penggunaan Katalisator

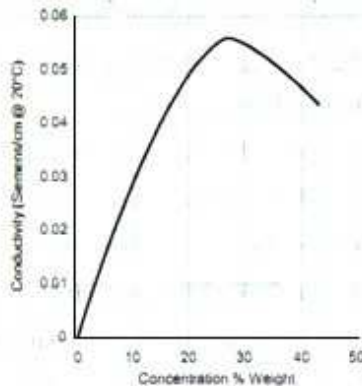
Berfungsi mempermudah proses penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kesetabilan molekul air menjadi menjadi ion  $\text{H}$  dan  $\text{OH}$  yang lebih mudah di elektrolisis karena terjadi penurunan energi pengaktifan. Zat tersebut tidak mengalami perubahan yang kekal (tidak dikonsumsi dalam proses elektrolisis). Penggunaan asam sulfat sebagai katalis dalam proses elektrolisis menjadi pilihan utama dibandingkan  $\text{KOH}$ . Karena asam sulfat melepaskan  $\text{H}^+$  yang memudahkan membentuk gas hidrogen. Sedangkan  $\text{KOH}$  melepaskan  $\text{OH}^-$  yang menghambat pembentukan gas hidrogen.

b. Luas Permukaan Tercelup

Semakin banyak luas yang semakin banyak menyentuh elektrolit maka semakin mempermudah suatu elektrolit untuk mentransfer elektronnya. Sehingga terjadi hubungan sebanding jika luasan yang tercelup sedikit maka semakin mempersulit elektrolit untuk melepaskan elektron dikarenakan sedikitnya luas penampang penghantar yang menyentuh elektrolit. Sehingga transfer elektron bekerja lambat dalam mengelektrolisis elektrolit. Pada tugas akhir ini luasan yang terelektrolisis sekitar 60% dan cukup dibatasi dengan o-ring atau seal yang berdiameter 70 mm pada setiap plat yang digunakan. Selain itu pada setiap plat terdapat dua lubang berdiameter 12 mm untuk saluran gas HHO yang berada di bagian atas dan di bawah.

c. Konsentrasi Pereaksi

Semakin besar konsentrasi suatu larutan pereaksi maka akan semakin besar pula laju reaksinya. Hal ini dikarenakan dengan prosentase katalis yang semakin tinggi dapat mereduksi hambatan pada elektrolit. Sehingga transfer elektron dapat lebih cepat meng-elektrolisis elektrolit dan dapat ditarik garis lurus bahwa terjadi hubungan sebanding terhadap prosentase katalis dengan transfer elektron <sup>[1]</sup>. Penggunaan katalis untuk paling optimum adalah 27%. Hal tersebut dibuktikan dengan gambar 2.6



**Gambar 2.3** Hubungan Konsentrasi KOH dan Konduktivitas.

d. Bahan Stainless Steel sebagai Elektroda

Elektroda merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada proses elektrolisis air. Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari sumber tegangan ke air yang akan dielektrolisis. Material serta luasan elektroda yang digunakan sangat berpengaruh terhadap gas HHO yang dihasilkan dari proses elektrolisis air. Stainless Steel merupakan logam paduan yang memiliki konduktifitas dan ketahanan terhadap korosi yang relatif lebih baik di banding logam-logam paduan ataupun logam murni lainnya dan harganya juga relatif lebih terjangkau. Sehingga Stainless steel menjadi pilihan yang tepat untuk digunakan sebagai elektroda pada proses elektrolisis.



Designation	Type	Composition weight-%						Others
		Cr	Ni	Mo	C	Mn	Si	
AISI 300 Series:								
AISI 304	Austenitic	18-20	8-10.5	—	<0.08	2	1	—
AISI 304L	Austenitic	18-20	8-12	—	<0.03	2	1	—
AISI 321	Austenitic	18-20	8-10.5	—	<0.08	2	1	Ti = 5 × wt-% C
AISI 347	Austenitic	18-20	8-10.5	—	<0.08	2	1	Nb = 10 × wt-% C
AISI 316	Austenitic	16-18	10-14	2.0-3.0	<0.08	2	1	—
AISI 316L	Austenitic	16-18	10-14	2.0-3.0	<0.02	2	1	—
AISI 317	Austenitic	18-20	11-15	3.0-4.0	<0.08	2	1	—
AISI 317L	Austenitic	18-20	11-15	3.0-4.0	<0.03	2	1	—
AISI 310	Austenitic	24-26	19-22	—	<0.25	2	1.5	—
AISI 330	Austenitic	17-20	34-37	—	<0.08	2	1.5	—
AISI 200 Series:								
AISI 201	Austenitic	16-18	3.5-5.5	—	0.15	5.5-7.5	1	+ 0.25 N
AISI 202	Austenitic	17-19	4-6	—	0.15	7.5-10	1	+ 0.25 N
AISI 400 Series:								
AISI 409	Ferritic	10.5-11.7	<1	—	<0.08	1	1	—
AISI 430	Ferritic	16-18	<1	—	<0.08	1	1	—
AISI 434	Ferritic	16-18	<1	0.8-1.2	<0.08	1	1	—
AISI 410	Martensitic	11.5-13.5	<1	—	0.15	1	1	—
AISI 431	Martensitic	15-17	1.2-2.5	—	0.20	1	1	—
Duplex Steels:								
Steel 1	Duplex	25	6.0	3.0	<0.08	—	—	1.5 Cu + 0.25 N
Steel 2	Duplex	25	5.5	3.0	<0.08	—	—	—
Precipitation-Hardening Steels:								
Steel 1	Precipitation	16	4.2	—	0.04	0.5	0.5	3.5 Cu
Steel 2	Precipitation	15	4.5	—	0.04	0.3	0.4	3.5 Cu + Nb

**Gambar 2.4** *Standard komposisi stainless*

Berdasarkan gambar 2.4 dapat dilihat bahwa stainless steel Type SS 316F, 316L, 316N, 317, 329, dan 330 mempunyai ketahanan korosi diberbagai lingkungan, sehingga stainless steel tipe ini sangat cocok digunakan sebagai elektroda pada proses elektrolisa air untuk memproduksi gas HHO.

## 2.3 Generator HHO

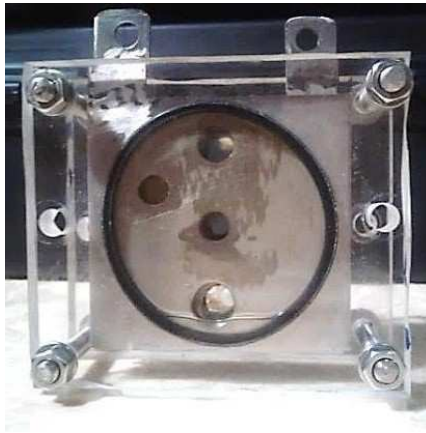
Generator gas HHO tersusun atas 2 komponen dasar, yaitu tabung generator yang terdiri atas tabung, sepasang elektroda dan

elektrolit. Dan sumber tenaganya yang berupa baterai ataupun aki. Generator ini bekerja dengan prinsip elektrolisa air. Generator gas HHO diklasifikasikan menjadi dua tipe, yakni sebagai berikut:

1. Generator HHO Tipe *dry cell*

Generator HHO dimana sebagian elektrodanya tidak terendam elektrolit. Keuntungan generator HHO tipe *dry cell* adalah :

- a. Penggunaan air untuk proses elektrolisa hanya sedikit, yaitu hanya air yang terjebak diantara lempengan cell.
- b. Ada sirkulasi air dengan tambahan reservoir, dimana cukup untuk menurunkan temperatur kerja dari generator itu sendiri.
- c. Konstruksinya yang simpel, tidak memerlukan space yang banyak.



**Gambar 2.5** Generator HHO Tipe *Dry Cell*.

2. Generator HHO Tipe *wet cell*

Generator HHO dimana semua elektrodanya terendam cairan elektrolit di dalam sebuah bejana air. Keuntungan generator gas HHO tipe *wet cell* adalah:

- a. Produksi yang dihasilkan lebih banyak dikarenakan

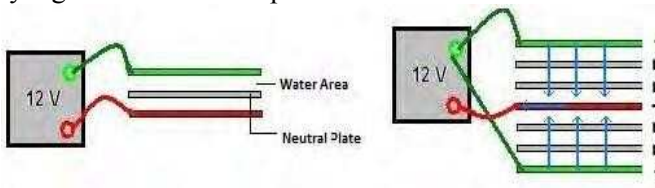
- luasan elektroda yang sepenuhnya terendam larutan elektrolit.
- b. Perawatan generator yang lebih ringkas
  - c. Pembuatan generator tipe *wet cell* lebih mudah dan cepat



**Gambar 2.6** Generator HHO tipe *wet cell*.

## 2.4 Netral Plat Generator HHO

Netral plat adalah suatu plat elektroda pada generator gas HHO yang tidak dialiri oleh listrik, sehingga elektroda ini bukan merupakan suatu kutub negatif maupun positif, oleh karena itu disebut sebagai elektroda netral. Netral plat menyebabkan tegangan drop antar plat, dimana netral plat memberikan luas permukaan tambahan untuk produksi gas HHO serta menurunkan panas yang diakibatkan dari proses elektrolisa air.



**Gambar 2.7** Netral Plat.

Netral plat berada di antara elektroda positif dan negatif dan tidak dialiri oleh arus listrik. Ketika netral plat ditambahkan, maka water area (kolom air diantara plat) juga akan bertambah

sesuai dengan jumlah netral plat yang ditambahkan. Ketika netral plat ditambahkan di antara elektroda positif maupun negatif maka besar arus listrik yang melalui netral plat juga sama dengan arus yang melewati elektroda positif dan negatif. Jika diukur besar tegangan antara satu cell kutub positif dan negatif ialah 12 volt namun bila diukur besar tegangan pada salah satu kutub elektroda dengan netral plate maka terjadi penurunan tegangan sesuai dengan penambahan netral platnya. Disebabkan penambahan plat netral menaikkan nilai resistansi atau hambatan pada arus listrik yang bekerja pada elektroda, sehingga penambahan neutral plate dapat menurunkan tegangan listrik pada plat elektroda. Semakin rendah tegangannya, maka semakin rendah pula panas yang dihasilkan, karena tegangan yang rendah dengan besar arus yang sama, serta luas permukaan yang bertambah dikarenakan penambahan netral plat, maka laju produksi gas HHO pada generator juga akan semakin meningkat.

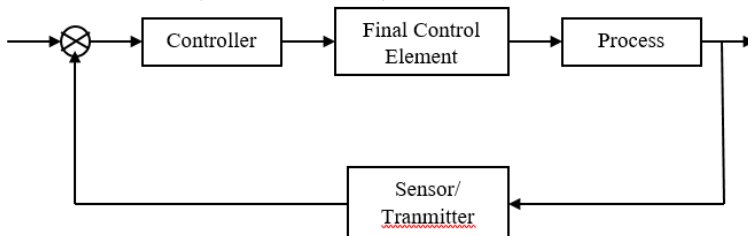
## 2.5 Sistem Pengendalian

Sistem pengendalian merupakan sebuah sistem yang mempertahankan sebuah nilai keluaran dari suatu variabel proses sesuai dengan yang diinginkan (*set point*). Tujuan dari sistem pengendalian yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas suatu proses. Ada beberapa alasan sebuah industri memerlukan suatu sistem pengendalian. Pertama, karena sistem ini dapat mengurangi human error yang dihasilkan pada saat pengoperasian sistem dan meningkatkan tingkat keamanan bagi pekerja. Kedua, sistem otomatis dari sistem pengendalian mengurangi jumlah operator sehingga akan menekan biaya pengeluaran perusahaan. Ketiga, menerapkan sistem ini tentu akan lebih efisien karena dengan menggunakan kontrol, maka setiap perubahan akan direspon lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan operator manual. Terdapat beberapa jenis sistem pengendalian. Dalam hal ini terdapat berbagai klasifikasi sistem pengendalian. Salah satunya yaitu On-Off control system dan modulating control system. Sistem pengendalian On-Off biasa dikenal sebagai sistem pengendalian digital, *binary*, diskrit, dan juga sekuensial. Sedangkan modulating control system meliputi seperti sistem

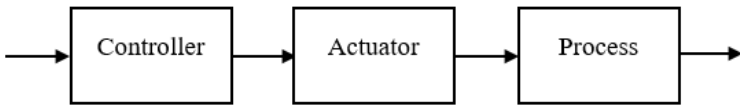
pengendalian analog dan kontinyu. Ada pula sistem pengendalian bertingkat seperti *cascade*, *ratio*, *feedforward*, maupun split range. Selain itu terdapat pula beberapa sistem pengendalian yaitu prngrndalian open loop dan close loop.

### 2.5.1 Sistem Pengendalian *Close - Open Loop*

Secara umum sebuah sistem pengendalian divisualisasikan berupa diagram blok seperti gambar berikut untuk mengetahui *loop* dari sistem. Adapun contoh dari diagram blok yaitu pada sistem pengendalian *close loop* dan *open loop*. Dalam sistem pengendalian tertutup, sistem ini terdiri dari tiga elemen penting yaitu kontroler, *final control element*, dan sensor atau *transmitter*. Ketiga elemen tersebut saling berkaitan dengan sebuah *plant* yang merupakan tempat berlangsungnya fluida baik fluida cair atau gas yang sedang dikendalikan. Sensor atau *transmitter* digunakan untuk mengukur kuantitas variable proses pada sebuah *plant* dan kemudian akan mentransmisikannya ke kontroler. Apabila nilai yang diperoleh tidak memenuhi yang diinginkan (*set point*), maka *final control element* akan memanipulasi kuantitas variabel proses tersebut atas instruksi yang diberikan kontroler sehingga mencapai *set point* atau eror sama dengan nol. Proses ini akan berjalan terus menerus hingga *set point* tercapai. Sedangkan untuk pengendalian terbuka dapat dikatakan bila sistem pengendalian ini tidak membutuhkan sensor atau *transmitter* (Gunterus, 1994).



**Gambar 2.8** Diagram Blok Close Loop



**Gambar 2.9** Diagram Blok Open Loop

### 2.5.2 Sistem Pengendalian On-Off

Sistem pengendalian *on-off* merupakan sistem pengendalian yang hanya memiliki *final control element* dengan dua kondisi, yaitu hanya hidup dan mati. Sistem ini biasa disebut dengan sistem digital, karena dapat digambarkan dalam bentuk biner (0 dan 1). Pada kondisi *active high*, 0 adalah kondisi mati dan 1 nyala. Sebaliknya pada *active low*, 0 adalah kondisi hidup dan 1 mati.

Sistem ini dapat berasal dari sensor analog maupun sesama digital. Pada umumnya aplikasi mode kontrol ini yaitu untuk keperluan *safety*. Namun juga dapat digunakan untuk proses. Bergantung pada cara pengkondisiannya. Kontroler yang digunakan dapat berupa PLC maupun mikrokontroler. Hasil dari sistem pengendalian dengan mode kontrol on-off akan menyebabkan proses variabel yang bergelombang (Gunterus, 1994).



**Gambar 2.10** Sinyal Digital

### 2.6 Sensor MPX5700AP



### Gambar 2.12 Sensor MPX5700AP

Sensor ini adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui tekanan udara dalam sebuah benda, baik itu di dalam botol, didalam ban, dan lainnya, sensor ini bisa mengukur dengan range 0 to 700 kPa (0 to 101.5 psi) - 15 to 700 kPa (2.18 to 101.5 psi), serta tegangan outputnya berada di range 0.2 to 4.7 volt.

Pin 1: Signal out (0.2 volts to 4.9 volts)

Pin 2: Ground

Pin 3: 5 Volts

### 2.8 Solenoid Valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC, solenoid valve atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal / tempat cairan masuk atau *supply*, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve bekerja.

Prinsip kerja dari solenoid valve/katup (*valve*) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari solenoid valve akan keluar cairan yang berasal dari *supply*, pada umumnya solenoid valve mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



**Gambar 2.13** *Solenoid Valve*

## **2.9 Microcontroller AVR ATmega32**

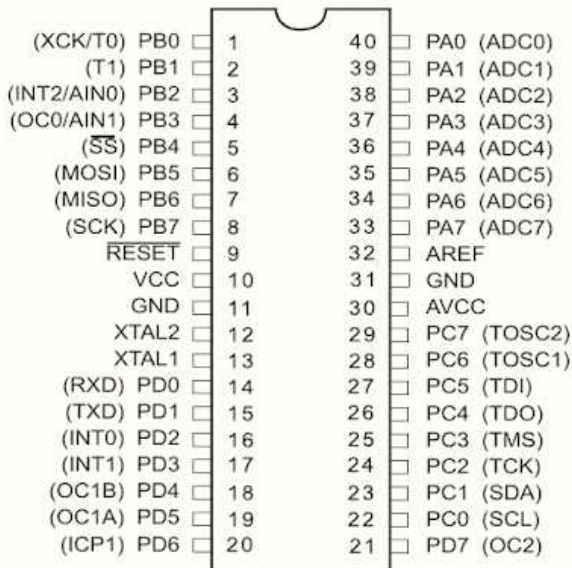
**ATMEGA32** adalah mikrokontroler 8bit dari keluarga AVR dengan kapasitas penyimpanan *programmable flash* sebesar 32KB. ATMEGA32 merupakan salah satu produk IC mikrokontroler dari perusahaan mikrokontroler terkemuka, ATMEL. Nama AVR sendiri konon merupakan singkatan dari *Alf and Vegard's Risc Processor*. Nama *Alf* dan *Vegard* diambil dari nama perancang arsitekturnya **Alf-Egil Bogen** dan **Vegard Wollan**. Sedangkan kata Risc Processor menandakan mikrokontroler ini termasuk jenis mikrokontroler dengan instruksi set terbatas atau *Reduced Instruction Set Computer* (RISC). ATMEGA32 merupakan seri terkini dari kelompok MegaAVR. ATMEGA32 merupakan penerus dari generasi ATMEGA8 dan ATMEGA16. Sebagai generasi terbaru, ATMEGA32 tentu memiliki fitur yang lebih canggih dibanding dengan generasi sebelumnya. ATMEGA32 memiliki kapasitas memori *programmable flash* sebesar 32KB, dua kali lebih besar dari ATMEGA16. Selain itu ATMEGA32 juga memiliki EEPROM dan RAM dua kali lebih besar dari ATMEGA16 yakni EEPROM sebesar 1KB dan SRAM sebesar 2KB.



**Gambar 2.14** Bentuk Fisik Mikrokontroler AVR ATMEGA32  
PDIP 40 pin.



## Bentuk Fisik dan Konfigurasi Pin ATMEGA32



**Gambar 2.15** Bentuk fisik dan konfigurasi pin dari IC ATMEGA32 model PDIP 40 pin

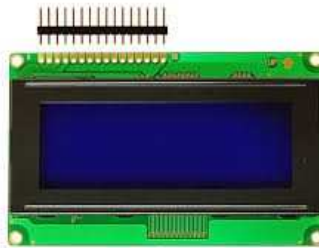
### 2.10 LCD 20x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) ini merupakan suatu *device* untuk menampilkan data berupa tampilan (*display*). LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. LCD yang ada di pasaran terdiri dari berbagai ukuran, seperti 16x2, 16x4, 20x4 dan lain-lain. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

Pada gambar 2.15 merupakan contoh dari LCD dengan ukuran 20 x 4, yang artinya terdiri dari 20 baris dan 4 kolom.

Masing-masing baris memiliki alamat memori tersendiri. LCD membutuhkan tegangan sebagai *power* yaitu sebesar 0 – 5 Volt DC. Tegangan tersebut masuk ke dalam pin 2 (VSS) sebagai GND dan pin 2 (VDD sebagai VCC. Ada pula pin 3 (VEE) untuk mengatur tingkat keterangan cahaya *backlight* yang biasa dilakukan dengan pengaturan resistansi menggunakan potensiometer.

**Gambar 2.16** LCD 20X4



## 2.11 Karakteristik Statik

Karakteristik statik pengukuran merupakan karakteristik yang ditentukan melalui perhitungan matematik atau secara grafik. Karakteristik statik merupakan karakter yang menggambarkan parameter dari sebuah instrument pada saat keadaan *steady*.

Karakteristik statik terdiri dari:

### a. *Range*

*Range* merupakan selisih antara nilai minimum dan maksimum yang terukur oleh suatu instrument atau alat ukur.

### b. Akurasi

Akurasi merupakan tingkat ketelitian suatu alat dalam memberikan hasil pengukuran. **Toleransi** Toleransi menunjukkan kesalahan maksimum yang diperbolehkan pada hasil pembacaan alat ukur.

### c. Sensitivitas

Sensitivitas menunjukkan perubahan output instrument yang terjadi saat diberi kualitas pengukuran yang berbeda. Sensitivitas diperoleh dari  $\Delta O / \Delta I$ , dimana O adalah *output* dan I adalah *input*.

#### d. *Repeatability*

*Repeatability* merupakan kemampuan *instrument* dalam menampilkan ulang *output* pengukuran yang sama pada pengukuran yang berulang.

#### e. *Linearitas*

Linearitas merupakan grafik yang menampilkan pengukuran nilai sebenarnya (*input*) yang dapat menghasilkan *output* nilai yang ditunjukkan oleh instrument (*output*). Pengukuran yang baik adalah ketika input pengukuran dan output pengukuran berbanding lurus (*linear*). Linearitas dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$O - O_{min} = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}} (I - I_{min}) \quad \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

$O_{max}$  = Output maksimum

$O_{min}$  = Output minimum

$I_{max}$  = Input maksimum

$I_{min}$  = Input minimum

#### **Persamaan Linearitas :**

$$O_{ideal} = KI + a \quad \dots\dots\dots 2.2$$

dimana:

$$K = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad \dots\dots\dots 2.3$$

dan

$$a = O_{min} - K \cdot I_{min} \quad \dots\dots\dots 2.4$$

## **2.12 Teori Ketidakpastian**

Ketidakpastian pengukuran merupakan tingkat seberapa besar ketidakpastian yang dihasilkan oleh suatu alat ukur. Dalam

menghitung ketidakpastian pengukuran ada beberapa langkah yang harus dihitung, antara lain:

#### a. Koreksi

Koreksi dapat diperoleh dengan persamaan berikut

$$\text{Koreksi} = \text{Pembacaan standard-Pembacaan alat} \dots\dots\dots 2.5$$

#### b. Standard deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.6$$

dimana :

$D_i$  = koreksi alat ukur

$\bar{D}$  = rata-rata koreksi

$n$  = Banyak range pengukuran

#### c. Analisa Type A, (Ua)

Pada analisa tipe A ini hasilnya diperoleh dari data pengukuran. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Ua1 = \frac{\sum D_i}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots 2.7$$

$$Ua2 = \frac{\sum (D_i - \bar{D})^2}{n-2} \dots\dots\dots 2.8$$

dimana :

$SSR$  = Sum Square Residual

#### d. Analisa Type B, (Ub)

Analisa tipe B ini diperoleh berdasarkan sertifikat kalibrasi atau spesifikasi dari alat ukur. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Ub1 = \frac{\sum D_i}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots 2.9$$

dimana :

$$Ub2 = \frac{\sum D_i}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots$$

2.10

**e. Ketidakpastian Kombinasi (UC)**

Uc merupakan Ketidakpastian kombinasi dari ketidakpastian tipe A dan ketidakpastian tipe B. Adapun persamaan dari ketidakpastian kombinasi adalah:

$$UC = \sqrt{(\Delta 1^2 + \Delta 2^2 + \Delta 1^2 + \Delta 2^2)} \dots\dots\dots 2.11$$

**Halaman ini sengaja dikosongkan**



## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

#### **3.1 Bahan dan Peralatan yang Digunakan**

##### **3.1.1 Sensor MPX5700AP**

Pada gambar 2.12 bahwa sensor ini yang digunakan untuk mengetahui tekanan udara dalam sebuah benda. Pada tugas akhir ini menggunakan sensor MPX 5700AP yang akan mengubah tekanan menjadi tegangan. Semakin besar tekanan yang dihasilkan, semakin besar pula tegangan yang dihasilkan. Sensor ini juga dilengkapi dengan *chip signal conditional* maka keluaran dari sensor ini tidak perlu dikuatkan lagi. Sensor ini bisa mendeteksi dengan range 0 to 700 kPa (0 to 101.5 psi) maka *setpoint pressure* yaitu 5,8 psi terdapat dalam *range* sensor, tingkat akurasi 2,5%, dan dapat bekerja dalam suhu 0-85°C sehingga sesuai dengan pressure yang akan diukur yaitu 0-60°C dikarenakan hasil elektrolisa dari larutan aquades dengan KOH.

##### **3.1.2 Relay**

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka. Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda *system power supply*. Relay dapat digunakan untuk mengontrol motor AC dengan rangkaian kontrol DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian kontrol dan tegangan beban. Pada tugas akhir ini menggunakan relay dipasang sebelum solenoid valve karena selain karena relay cara kerjanya on-off juga sebagai penghubung solenoid *valve* yang sebelumnya 12 volt menjadi ke 5 volt sesuai dengan output dari atmega32.





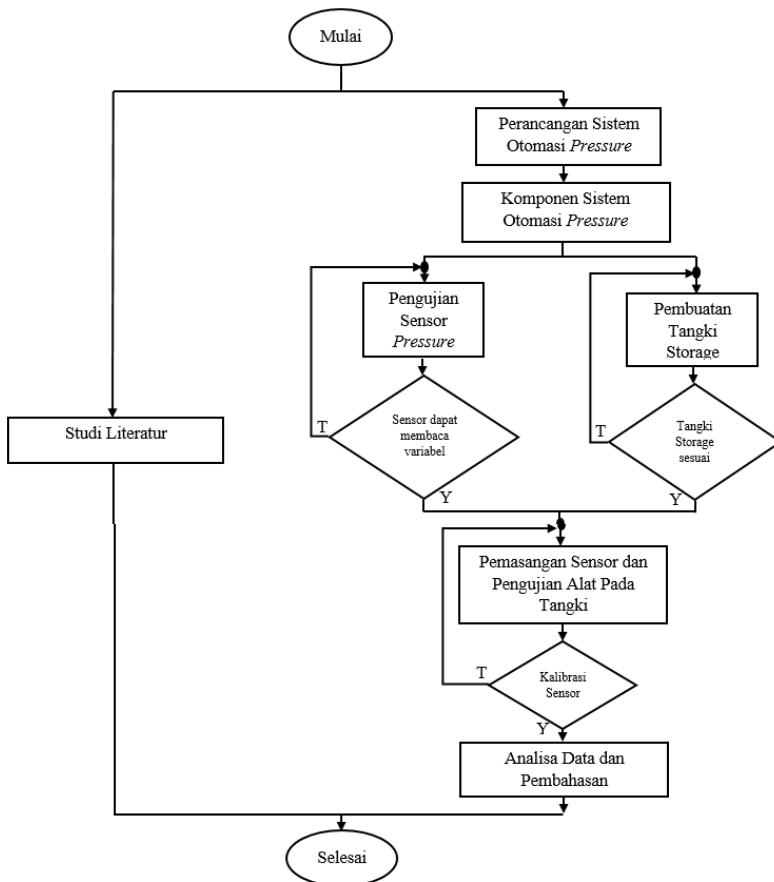
**Gambar 3.1** *Relay Module*

### **3.1.3 Microcontroller AVR ATmega32**

Pada tugas akhir ini menggunakan mikrokontroler atmega32 dikarenakan arsitektur AVR ini menggabungkan perintah secara efektif dengan 32 register umum. Semua register tersebut langsung terhubung dengan Arithmetic Logic Unit (ALU) yang memungkinkan 2 register terpisah diproses dengan satu perintah tunggal dalam satu clock cycle. Hal ini menghasilkan kode yang efektif dan kecepatan prosesnya 10 kali lebih cepat dari pada mikrokontroler CISC biasa. ATMEGA32 memiliki kapasitas memori programmable flash sebesar 32KB, dua kali lebih besar dari ATMEGA16. Selain itu ATMEGA32 juga memiliki EEPROM dan RAM dua kali lebih besar dari ATMEGA16 yakni EEPROM sebesar 1KB dan SRAM sebesar 2KB.

### **3.2 Flowchart**

Dalam perancangan sistem pada tugas akhir ini memiliki langkah-langkah sebagai berikut ini yang dibuat dalam bentuk *flowchart* :

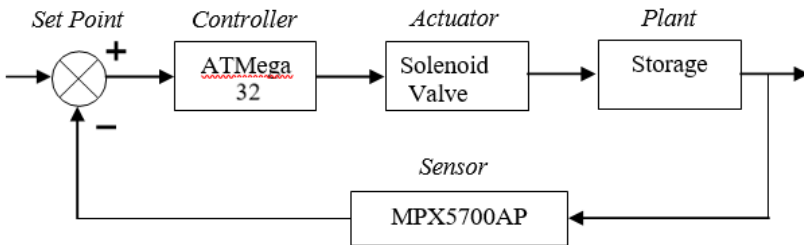


**Gambar 3.2** *Flowchart* Sistem

*Flowchart* Sistem diatas merupakan tahapan pengerjaan tugas akhir mulai dari start hingga end. Tahap awal pada diagram alir ini dimulai dengan adanya studi literatur sebagai upaya pemahaman terhadap materi yang menunjang tugas akhir. Setelah melakukan studi literatur, selanjutnya adalah melakukan perancangan sistem dan mempersiapkan komponen yang dibutuhkan. Kemudian dibuat perancangan *hardware*, *software*, dan mekanik dari sistem pengendalian temperatur berbasis ATmega32. Setelah itu dibuat

sistem pengendalian tekanan, kemudian dilakukan pengujian alat dengan memberi *input* berupa tekanan pada produksi brown's gas, sehingga dapat diketahui pembacaan tekanan. Apabila semua rancang bangun sistem pengendalian tekanan pada produksi brown's gas dapat bekerja dengan baik. Setelah pembuatan rancangan telah selesai dengan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan, kemudian dilakukan analisis data dengan memanfaatkan hasil dari uji performansi dan sistem pengendalian. Setelah semua hasil yang diinginkan tercapai mulai dari studi literatur hingga analisa data dan kesimpulan dicantumkan dalam sebuah laporan.

Diagram blok merupakan salah satu cara yang paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja dari suatu sistem. Dengan diagram blok dapat menganalisa cara kerja rangkaian dan merancang hardware yang akan dibuat secara umum. Adapun diagram blok seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.3



**Gambar 3.3** Diagram Blok Sistem Pengendalian Tekanan

Gambar 3.3 diatas merupakan gambar diagram blok sistem pengendalian tekanan pada brown's gas yang terdiri dari mikrokontroler ATMega32 sebagai *controller*, solenoid valve sebagai *actuator*, tangka storage sebagai tempat pemrosesan, dan sensor MPX5700AP sebagai sensor untuk sensing tekanan didalam tangka storage (dalam satuan Psi). Nilai tekanan yang dibaca oleh sensor akan ditampilkan ke *display* LCD (*Liquid Crystal Display*) 20x4 dalam satuan Psi.

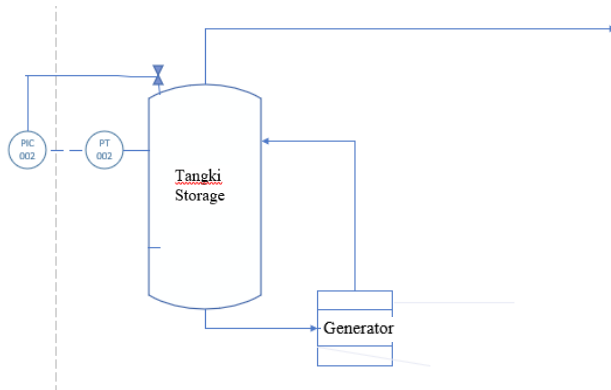
### 3.3 Studi Literatur

Tahap awal pada pengerjaan tugas akhir ini dimulai dengan adanya studi literatur sebagai upaya pemahaman terhadap materi yang menunjang tugas akhir. Studi literatur ini dilakukan dengan mencari dan mempelajari informasi dari *e-book* maupun manual *book* mengenai pengendalian tekanan. Selain belajar sistem pada perancangan sistem control, juga dilakukan mencari literatur-literatur yang berkaitan dengan elemen-elemen yang digunakan dalam pembuatan sistem pengendalian tekanan misalnya *datasheet* pada sensor, *actuator*, dan mikrokontroler.

### **3.4 Perancangan System**

#### **a. Perancangan Hardware**

Sistem pengendalian *pressure* pada produksi brown's gas menggunakan generator HHO tipe *dry cell*, dimana terdapat pipa PVC sebagai pipa tangki storage yang berisikan larutan KOH dengan Aquades yang dikendalikan sistem pengendaliannya agar tidak terjadi *pressure* yang berlebih karena jika terjadi *pressure* berlebih akan menyebabkan ledakan yang membahayakan. Sensor yang digunakan dalam sistem pengendalian *pressure* ini adalah sensor MPX5700AP. Alat pengendali tekanan ini menggunakan sensor MPX5700AP. Sensor ini berfungsi untuk menyensing berapa tekanan pada tangki storage yang ada didalam alat produksi brown's gas. Sensor tekanan tipe MPX5700AP ini mampu mendeteksi tekanan sebesar 7 bar atau 700 Kpa. MPX5700AP hanya membutuhkan *supply* tegangan +5 Volt. Seperti sensor tekanan pada umumnya, sensor akan mengubah tekanan menjadi tegangan. Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin besar pula tegangan yang dihasilkan. Sensor ini dilengkapi *chip signal conditioned* dimana keluaran dari sensor ini tidak perlu dikuatkan lagi. Untuk memudahkan proses pengendalian ini, digunakannya *microcontroller* ATmega32.



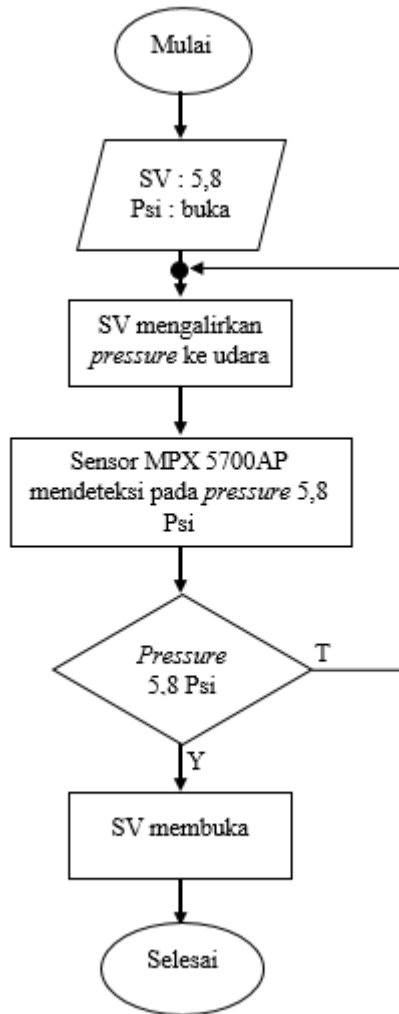
**Gambar 3.4** P&ID Sistem Pengendalian *Pressure*

Pada gambar 3.4 terdapat sebuah *storage* dan generator. Aquades dan KOH yang ada di generator akan menuju ke generator untuk proses elektrolisis. Pada generator diberi variasi tegangan sebesar 12,8 dan 5 volt. Proses elektrolisis itulah yg menghasilkan gas HHO yg kemudian ditampung terlebih dahulu di *storage* untuk dikendalikan temperatur dan *pressure*nya. Setelah itu gas HHO akan dimasukkan ke ruang bakar mesin. Terdapat juga proses Monitoring *pressure*, suhu, level dan oksigen secara *real time* yang disimpan pada *sd card*.



**Gambar 3.5** Hardware Pengendalian *Pressure*





**Gambar 3.7** Algoritma Integrasi Komponen

### 3.6 Pemasangan Sensor dan Pengujian Alat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah program sudah terupload ke hardware ATmega32 dan berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara mencoba sensor untuk memulai pengukuran. Apabila sensor masih belum menampilkan

data pada LCD, maka proses pemrograman pada CodeVision AVR dan integrasi ke *hardware* perlu diulang. Sedangkan untuk sistem pengendalian dilakukan dengan cara melihat apakah proses variabel dapat tercapai dan terjaga pada *setpoint*. Apabila *system* pengendalian tidak membuat nilai proses variabel sama dengan *setpoint*, maka proses pemrograman dan integrasi *software* harus diulang.

### **3.7 Pengambilan dan Analisis Data**

Pada tahap pengambilan data untuk karakteristik statik dan kalibrasi merupakan tahap dimana melihat spesifikasi yang dimiliki oleh sistem pengendalian yang telah dibuat, dengan adanya data tersebut dapat diketahui performansi sistem pengendalian. Pada karakteristik statik alat yang dicari yaitu nilai *range*, *span*, resolusi, sensitivitas, *non-linieritas*, *hysteresis*, serta akurasi. Sedangkan untuk data kalibrasi digunakan untuk mencari nilai ketidakpastian dari hasil pengukuran ketika menggunakan perangkat sistem pengendalian untuk arus dan tegangan *input-output* ini.

### **3.8 Penulisan Laporan**

Setelah semua hasil yang diinginkan tercapai, kemudian semua hasil mulai dari studi literatur sampai dengan analisa data dan kesimpulan dicantumkan dalam sebuah laporan.



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## **BAB ID**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Perancangan Alat**

Berikut ini adalah hasil perancangan alat sistem pengendalian *pressure* pada produksi brown's gas menggunakan generator HHO tipe *dry cell*.



**Gambar 4.1** Plant Produksi *Brown's Gas*

Pada system pengendalian pada alat produksi *brown's gas* ini digunakan sensor tekanan MPX5700AP. Sensor tekanan tipe MPX5700AP ini mampu mendeteksi tekanan sebesar 0 sampai dengan 700 kPa atau 0 sampai 101,526 Psi. MPX5700AP hanya membutuhkan *supply* tegangan +5 Volt. Seperti sensor tekanan pada umumnya, sensor akan mengubah tekanan menjadi tegangan. Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin besar pula tegangan yang dihasilkan. Sensor ini dilengkapi *chip signal conditioned* dimana keluaran dari sensor ini tidak perlu dikuatkan lagi.

#### **4.2 Pengujian Kalibrasi Sensor MPX 5700AP**

Kalibrasi sensor ini sangat diperlukan agar keluaran sensor dapat sesuai dengan yang sudah ditetapkan atau standart. Selain itu dengan adanya kalibrasi dapat digunakan untuk mencari nilai ketidakpastian suatu alat ukur. Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan tegangan referensi 5V yang masuk ke sensor kemudian diberi tekanan dari *compressor* yang telah diatur keluarannya menggunakan *regulator pressure* 1 sampai 7 bar kemudian pressure yang keluar pada *compressor* dapat dilihat

melalui jarum tunjuk yang terdapat pada *pressure gauge* yang telah terpasang pada *compressor* dan keluaran tegangannya dapat dilihat melalui LCD. Berikut merupakan data yang didapatkan dari hasil kalibrasi.

**Tabel 4.1** Hasil Pengambilan Data Naik MPX5700AP

No	Tekanan Standart (Bar)	Pembacaan Sensor Tekanan (Bar)	Rata-Rata					
		Perbedaan ke-						
		1	2	3	4	5		
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	1	1	0,9	1	0,9	1	0,96	
3	2	2	1,9	2	2	2	1,98	
4	3	3	2,9	2,9	3	2,9	2,94	
5	4	3,9	3,9	4	4	4	3,96	
6	5	4,9	4,9	5	5	5,1	4,98	
7	6	6	6	6,1	6	6	6,02	
8	7	7	7	6,9	7	7	6,98	

**Tabel 4.2** Hasil Pengambilan Data Turun MPX5700AP

No	Tekanan Standart (Bar)	Pembacaan Sensor or Tekanan (Bar)	Rata-Rata				
		Perobaan ke-					
		1	2	3	4	5	
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0,6	0,9	1	1	0,8	0,86
3	2	1,7	1,6	1,9	2	1,9	1,82

4	3	2,8	2,7	3	2,9	3	2,88
5	4	3,8	3,9	4	4	3,9	3,92
6	5	4,9	4,9	5	5,2	5	5
7	6	6	5,9	6	6	6	5,98
8	7	7	6,9	6,8	7	6,9	6,92

Dari pengambilan data diatas maka didapatkan data kalibrasi sensor sehingga dapat diketahui nilai ketidakpastian dari sensor tersebut. Berikut ini merupakan data hasil dari kalibrasi sensor MPX5700AP.

**Tabel 4.3** Data Kalibrasi Sensor MPX5700AP

		Pembacaan Alat		
--	--	-------------------	--	--

No	Pembacaan Std (X)		Rata-rata	Koreksi (Y)	
		Rata-rata Naik	Rata-rata turun		
1	0	0	0	0	0
2	1	0,96	0,86	0,91	0,09
3	2	1,98	1,82	1,9	0,1
4	3	2,94	2,88	2,91	0,09
5	4	3,96	3,92	3,94	0,06
6	5	4,98	5	4,99	0,01
7	6	6,02	5,98	6	0
8	7	6,98	6,92	6,95	0,05
Jumlah					0,4
Rata-rata					0,05

--	--	--

**Tabel 4.4** Data Kalibrasi Sensor MPX5700AP

No	X	X <sup>2</sup>	Y-Y'	X*Y	(Y-Y') <sup>2</sup>
1	0	0	-0,05	0	0,0025
2	1	1	0,04	0,09	0,0016
3	2	4	0,05	0,2	0,0025
4	3	9	0,04	0,27	0,0016
5	4	16	0,01	0,24	0,0001
6	5	25	-0,04	0,05	0,0016
7	6	36	-0,05	0	0,0025
8	7	49	0	0,35	0
Jumlah	28	140		1,2	0,0124
Rata-rata	3,5			0,15	

					0,00155
--	--	--	--	--	---------

Berikut ini merupakan cara untuk mencari nilai ketidakpastian sensor MPX5700AP .

a. Nilai Ketidakpastian Tipe A  
 .....(4.1)

0,042088342

sehingga didapatkan nilai sebagai berikut:

.....(4.2)

sedangkan nilai ketidakpastian regresi

dimana:

$SSR (Sum Square Residual) = \sum SR (Square Residual)$

$SR = R^2 (Residu)$

Y = Nilai koreksi

.....(4.3)

.....(4.4)

.....(4.5)

.....(4.6)

dimana:



-0,004761905

sehingga nilai:

jadi, persamaan regresi menjadi:

yang menghasilkan nilai **SSR = 0,011447619**

b. Nilai Ketidakpastian *Type B* :

Pada tipe ini terdapat 2 parameter ketidakpastian, yaitu ketidakpastian Resolusi ( $U_{b1}$ ) dan Ketidakpastian alat standar *pressure gauge* ( $U_{b2}$ ). Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$U_{b1} = 0,002886751$$

$U_{b2}$  =, dikarenakan pada alat standar tidak ada sertifikat kalibrasinya maka nilai a (ketidakpastian sertifikat kalibrasi) dianggap mendekati 0, dan nilai faktor cakupan dianggap 2,0. Sehingga hasil :  $U_{b2} = 0$

c. Nilai ketidakpastian kombinasi  $U_c$ :

$$U_c = \dots\dots\dots(4.7)$$

$$U_c = 0,046235251$$

#### 4.3 Data Karakteristik Statik Sensor

Karakteristik statik merupakan sifat dari sebuah alat ukur yang tidak bergantung terhadap waktu dengan kata lain kondisi alat ukur ini tidak berubah karena waktu. Untuk mengetahui nilai karakteristik dari sebuah alat ukur maka diperlukan perhitungan sebagai berikut.

**Tabel 4.5** Hasil Data Sensor MPX 5500AP Naik dan Turun

No	PIn	Pout Naik	Pout Turun	H(I)	(Pin-Pout)/Pin
1	0	0	0	0	0
2	1	0,96	0,86	0,1	0,1
3	2	1,98	1,82	0,16	0,08
4	3	2,94	2,88	0,06	0,02
5	4	3,96	3,92	0,04	0,01
6	5	4,98	5	0,02	0,004
7	6	6,02	5,98	0,04	0,00666 6667
8	7	6,98	6,92	0,06	0,00857 1429
Jumlah				0,48	0,22923 8095

Rata-rata		0,06	0,018654762
-----------	--	------	-------------

Dari data yang terdapat dalam tabel maka dapat diketahui nilai karakteristik alat sebagai berikut:

- a. Range : 0 - 7 bar
- b. Span : 7 bar
- c. Sensitivitas : 0,0064 V/bar
- d. Histerisis : 2,292%
- e. Akurasi : 98,12%
- f. Error : 1,87%

Nilai tersebut dapat diketahui dengan menghitung menggunakan rumusan seperti berikut:

- a. Histerisis

Merupakan perilaku atau sifat dari sebuah sistem dimana sebuah sistem tersebut gagal untuk kembali ke keadaan semula atau sebelumnya.

Histerisis , .....**(4.8)**

sehingga:

Berikut gambar grafik histerisis dari data pengukuran naik dan turun tersebut:

**Gambar 4.2** Grafik Histerisis Sensor *Pressure* Naik  
MPX5700AP

**Gambar 4.2** Grafik Histerisis Sensor *Pressure* Turun  
MPX5700AP

Pada gambar grafik diatas menunjukkan bahwa garis biru merupakan standart pembacaan, garis merah menandakan POut naik, sedangkan garis hijau menandakan POut turun. Histerisis tertinggi terletak pada saat tekanan mencapai 1-5 Bar, hal ini dikarenakan adanya koreksi yang terdapat pada sensor, sehingga alat ukur memang tidak bisa langsung presisi ketika dinaikkan,menunjukan nilai yang hasil sempurna atau minim eror, sedangkan jika langsung diturunkan akan ada hasil erorr mencapai 2,292%

- b. Akurasi:Merupakan penunjukan hasil pengukuran dengan nilai sesungguhnya.

.....(4.9)

Dengan:

$Y_n$  = Pembacaan standar (I) dan

$X_n$  = Pembacaan alat (O)

- c. Error: Merupakan nilai yang didapat pada akurasi yang kurang sempurna,berikut merupakan rumus nilai erorr.

.....(4.10)

#### 4.4 Pengujian Sistem Pengendalian *Pressure*

Pengujian sistem pengendalian *pressure* dilakukan untuk mengetahui sistem tersebut sudah berjalan sesuai yang diinginkan atau belum. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan inputan pada pipa tangki *storage* yang telah dilengkapi dengan sistem pengendalian *pressure* dan aktuator yang bersifat on/off. Tekanan yang telah ditetapkan sebagai set point sebesar 5,8 Psi. Tabung akan yang berisi larutan KOH dan aquades akan

menghasilkan tekanan hasil dari proses elektrolisis pada generator. Pada pengujian didapatkan hasil sebagai berikut: (data terlampir pada lampiran)

### **Gambar 4.3** Grafik respon sensor terhadap waktu

Berdasarkan gambar 4.3 grafik menunjukkan bahwa sensor MPX 5700AP berbanding lurus dengan waktu yang akan digunakan dalam melakukan pengujian. Garis berwarna biru merupakan respon sensor, garis berwarna merah merupakan *setpoint* dan garis berwarna hitam putus-putus merupakan *settling time*. Semakin lama waktu yang digunakan maka semakin besar *pressure* yang akan dibaca oleh sensor *pressure* MPX 5700AP akan semakin meningkat juga. Waktu yang digunakan untuk mencapai set point sebesar 5,8 Psi yaitu 108 menit. Data yang diambil pada tabel yang ada dilampiran tersebut adalah satu menit sekali, karena menunggu setiap kenaikan dari *pressure* yang keluar dari generator HHO. Pada awalnya menentukan *setpoint* sebesar 5,8 Psi. Respon sistem gambar 4.3 memiliki *rise time* 106 menit, *peak time* 106 menit, *settling time* telah masuk  $\pm 2\%$  dari keadaan *steady state* yaitu didapat 5,7 Psi dan 5,9 Psi, dan didapat *overshoot maximum* pada 1,7%.

### **4.5 Pembahasan**

Pada tugas akhir ini telah dirancang sistem pengendalian *pressure* pada *storage* alat produksi brown's gas menggunakan generator HHO tipe *dry cell*. Sistem pengendalian *pressure* tersebut diperlukan untuk mendeteksi *pressure* pada *storage*. Sistem pengendalian *pressure* pada *storage* terdiri dari perancangan mekanik dan elektrik. Perancangan mekanik dilakukan dengan pembuatan tangki yang memiliki fungsi sebagai *storage* dari larutan aquades dan KOH, pemasangan sensor pada tangki *storage*, serta pemasangan *solenoid valve*. Perancangan elektrik dilakukan dengan membuat integrasi sistem pengendalian level yang terdiri atas sensor, kontroler, dan aktuator. Berdasarkan

gambar 3.5, diagram blok sistem pengendalian *pressure* menggunakan sensor MPX 5700AP sebagai sensor *pressure*, ATmega 32 sebagai kontroler, dan *solenoid valve* sebagai aktuator. Pada sistem pengendalian *pressure* ini menggunakan metode kontrol *on-off*. Sensor bekerja dengan mendeteksi *pressure* yang ada pada tangki *storage*, ketika *high pressure* atau *over pressure*. *Output* dari sensor selanjutnya diolah oleh kontroler Atmega 32 untuk mengatur bukaan aktuator. Adapun respon dari solenoid valve sebagai aktuator diatur menggunakan sistem kontrol dengan dua kondisi berupa mode control *on-off*, sehingga respon sistem pada proses di *plant* mengalami penurunan *pressure* yang relatif cepat. Berdasarkan data yang diambil, sensor MPX 5700AP bekerja pada *setpoint* 5,8 Psi, sehingga ketika *pressure* telah mencapai *setpoint* maka aksi dari tercapainya *set point* berupa solenoid valve membuka sebagai pengalir *pressure* yang berlebih keluar ke udara.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Dari data-data pengujian tekanan yang didapatkan dapat dilihat grafik bersifat *linier* untuk sensor *pressure* MPX 5700AP baik grafik kalibrasi, maupun pengujian pembacaan sensor *pressure*.
2. Sensor MPX5700AP yang digunakan termasuk sangat baik karena hanya memiliki *error* pembacaan sebesar 1,87% dengan akurasi sebesar 98,12%.
3. Waktu yang digunakan untuk mencapai *setpoint* sebesar 5,8 Psi yaitu 108 menit. Respon sistem gambar 4.3 memiliki *rise time* 106 menit, *peak time* 106 menit, *settling time* pada 5,7 Psi dan 5,9 Psi, dan didapat *overshoot maximum* pada 1,7%.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu:

1. Sebelum menerapkan sistem pengendalian *pressure* perlu dilakukan uji coba. Selama masa uji, sistem pengendalian harus akurat.
2. Pengujian sensor harus dilakukan secara teliti karena jika ada kesalahan pada perhitungan maupun pada saat pelaksanaan akan menyebabkan kesalahan dalam perhitungan sensor.
3. Saat hasil uji coba menunjukkan *error* yang tinggi disarankan untuk memperhatikan kodingan kembali.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**





## DAFTAR PUSTAKA

Agni, Brillyano 2012, “Studi Ekperimen Pengaruh Pencampuran Gas Hidrogen dari Generator HHO Tipe Kering dengan Bahan Bakar Kerosene Pada Distribusi Temperatur Nyakla Api Kompor Tekan Blowtorch”, Tugas Akhir, Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Bentley, John P. Principles of Measurement Systems – 4th edition. London : Pearson Education Limited.

Elinur, D. S. Priyarsono, Tambunan M, Firdaus M. 2010. “Perkembangan Konsumsi dan Penyediaan Energi dalam Perekonomian Indonesia”. *Indonesian Journal of Agricultural Economics*, Vol.2 No.1, ISSN 2087 – 409X. Hal 97 – 119, Bogor.

Gunterus, F. 1994. Falsafah Dasar : Sistem Pengendalian Proses. Elex media Komputindo, Jakarta.

Isana SYL. “Perilaku sel elektrolisis air dengan elektroda stainless steel”. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, Yogyakarta 30 Oktober 2010.

Irwani,S. Dan Susandi,A., ”Perkembangan Energi di Indonesia sebagai Dampak Kebijakan Iklim Global”, *Makalah ilmiah.*, 1., Program Studi Meteorologi, Departemen Fisika dan Meteorologi, Institut Teknologi Bandung.

Laboratorium Pengukuran Fisis. 2013. Modul Teknik Pengukuran dan Kalibrasi. Teknik Fisika, FFI-ITS, Surabaya.

Libesti, Noveri. “Data Logger Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan PC sebagai Tampilan”. Pekanbaru: Universitas Riau.

Lowrie,P.E.W., 2005 .”Mitzubishi Cyclon” Proceeding of

Electrolytic Gas, USA.

Mariana, D. 2005. Dunia Elektronika Dan Mikrokontroler.  
<http://www.duniaelektronikadanmikrokontroler.com>. Diakses  
pada tanggal 20 Mei 2017.

Marlina, E. 2016. Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit  
Terhadap Produksi Brown's Gas. Volume 17 No. 2 Hal187-196,  
Malang.

Supriyadi, Mukh Yasin Nur. 2014. Modul I Pengenalan  
Mikrokontroler AVR ATmega8535, Bandung : Laboratorium  
*Hardware* Program Studi Teknik Komputer FMIPA UNPAD.

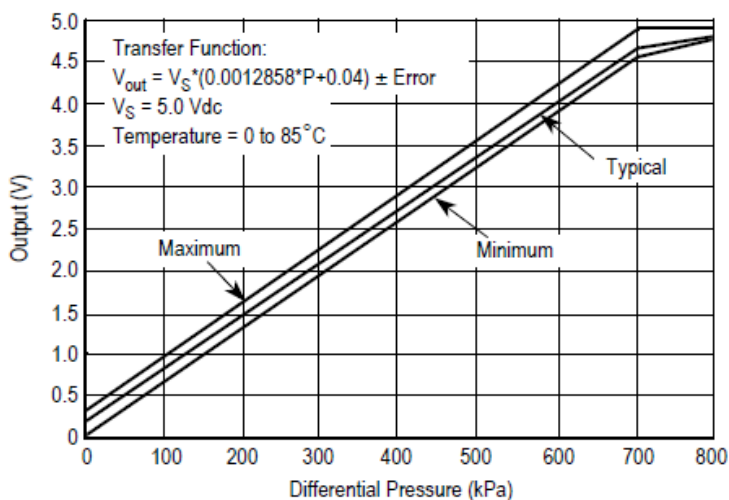
# LAMPIRAN A

## DATA SHEET MPX 5700AP

### Operating Characteristics

**Table 1. Operating Characteristics** ( $V_S = 5.0$  Vdc,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted,  $P_1 > P_2$ . Decoupling circuit shown in required to meet electrical specifications.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range <sup>(1)</sup> Gauge, Differential: MPX5700D Absolute: MPX5700A	$P_{OP}$	0 15	—	700 700	kPa
Supply Voltage <sup>(2)</sup>	$V_S$	4.75	5.0	5.25	Vdc
Supply Current	$I_O$	—	7.0	10	mAdc
Zero Pressure Offset <sup>(3)</sup> Gauge, Differential (0 to $85^\circ\text{C}$ ) Absolute (0 to $85^\circ\text{C}$ )	$V_{off}$	0.088 0.184	0.2 —	0.313 0.409	Vdc
Full Scale Output <sup>(4)</sup> (0 to $85^\circ\text{C}$ )	$V_{FSO}$	4.587	4.7	4.813	Vdc
Full Scale Span <sup>(5)</sup> (0 to $85^\circ\text{C}$ )	$V_{FSS}$	—	4.5	—	Vdc
Accuracy <sup>(6)</sup> (0 to $85^\circ\text{C}$ )	—	—	—	$\pm 2.5$	% $V_{FSS}$
Sensitivity	V/P	—	6.4	—	mV/kPa
Response Time <sup>(7)</sup>	$t_R$	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	$I_{O+}$	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time <sup>(8)</sup>	—	—	20	—	ms





# LAMPIRAN B

## DATASHEET SYSTEM ATMEGA 32

### Lampiran B.

### Datasheet Mikrokontroler Atmega 32

#### Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions - Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 10MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 16Kbytes EEPROM
  - 2Kbytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>1</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - In-System Programming by On-chip Boot Program
  - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    - 8 Single-ended Channels
    - 7 Differential Channels in TQFP Packages Only
    - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 16x, or 200x
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 32 Programmable I/O Lines
  - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFNMLF
- Operating Voltages
  - 2.7V - 5.5V for ATmega32L
  - 4.5V - 5.5V for ATmega32
- Speed Grades
  - 0 - 8MHz for ATmega32L
  - 0 - 16MHz for ATmega32
- Power Consumption at 10MHz, 25°C
  - Active: 1.6mA
  - Idle Mode: 0.35mA
  - Power-down Mode: < 1µA



8-bit **AVR®**  
Microcontroller  
with 32KBytes  
In-System  
Programmable  
Flash

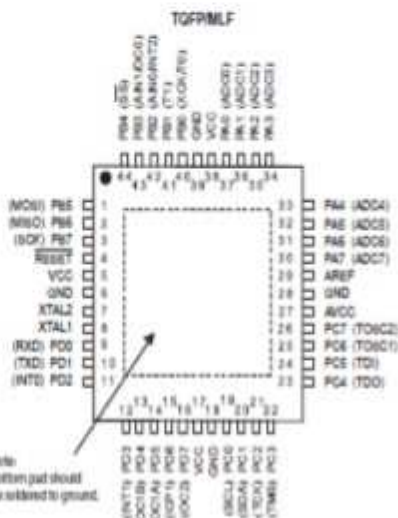
ATmega32  
ATmega32L

2001G-005-001-1



## Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega22



The Atmel® AVR® AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega32 provides the following features: 32Kbytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 1024bytes EEPROM, 2Kbyte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (QFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire Interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and Interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega32 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The Atmel AVR ATmega32 is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debuggers/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

## Pin Descriptions

**VCC** Digital supply voltage.

**GND** Ground.

**Port A (PA7..PA0)** Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.



<b>Port B (PB7..PB0)</b>	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega32 as listed on <a href="#">page 57</a>.</p>
<b>Port C (PC7..PC0)</b>	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC6(TMS) and PC7(TCK) will be activated even if a reset occurs.</p> <p>The TDO pin is tri-stated unless TAP states that shift out data are entered.</p> <p>Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega32 as listed on <a href="#">page 60</a>.</p>
<b>Port D (PD7..PD0)</b>	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega32 as listed on <a href="#">page 62</a>.</p>
<b>RESET</b>	Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in <a href="#">Table 15</a> on <a href="#">page 57</a> . Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.
<b>XTAL1</b>	Input to the Inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
<b>XTAL2</b>	Output from the Inverting Oscillator amplifier.
<b>AVCC</b>	AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V <sub>CC</sub> , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V <sub>CC</sub> through a low-pass filter.
<b>AREF</b>	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

## LAMPIRAN C LISTING PADA CVAVR

/

\*\*\*\*\*

This program was produced by the  
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard  
Automatic Program Generator  
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.  
<http://www.hpinfotech.com>

Project :  
Version :  
Date : 6/27/2018  
Author : TEAM BROWN'S GAS  
Company :  
Comments:

Chip type : ATmega32A  
Program type : Application  
AVR Core Clock frequency: 8.000000 MHz  
Memory model : Small  
External RAM size : 0  
Data Stack size : 512

\*\*\*\*\*

/

```
#include <mega32a.h>
#include <funksi.h>
#include <delay.h>
```

```
// I2C Bus functions
#include <i2c.h>
```

```
// DS1307 Real Time Clock functions
```

```

#include <ds1307.h>

// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

// Standard Input/Output functions
#include <stdio.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x20

#define cs_suhu PORTB.4
#define level_1 PINA.0
#define level_2 PINA.1
#define solenoid PORTD.6
#define level_low PORTD.5
#define relay_3 PORTD.4
#define relay_2 PORTD.3
#define relay_1 PORTD.2
#define off 1
#define on 0
#define servo OCR2
#define buka 30
#define buka_setengah 90
#define tutup 150

float v,psi,kpa,mmhg,bar;
unsigned char tampil[33];

unsigned char old_kondisi_suhu, kondisi_suhu;
signed char adc_tekanan=0;
signed char adc_oksigen=0,kondisi_servo;
int xcount=0;
signed int oksigen,oksi_ref=51;

```

```

int level=0,old_level=0,new_level=0;
unsigned char jm,mn,dt,tg,bl,th,ming,old_dt;
unsigned result,satuan,suhu,koma;
int ever_open=0,count_press=0;
float add_press=0;

```

```

// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCH;
}

```

```

// SPI functions
#include <spi.h>

```

```

// Declare your global variables here
////////////////////TEKANAN////////////////////////////////////
void baca_tekanan()
{
    adc_tekanan =(read_adc(3)-42);
    if(adc_tekanan <=0)
        adc_tekanan = 0;
    v = adc_tekanan * 0.01960784 ;
}

```

```

kpa =(v/5)/0.0012858;
psi = kpa*0.145;
mmhg = kpa*7.5;
bar = (psi * 0.0690);
task_tekanan();

}
void task_tekanan()
{
    if(psi>=5.8)
    {
        solenoid = on;
        ever_open = 1;
    }
    else
    {
        solenoid = off;
    }
}
////////////////////////////////SUHU //////////////////////////////////
void baca_suhu()
{
    cs_suhu = on;
    result = (unsigned) spi(0)<<8;
    result |= spi(0);
    cs_suhu = off;

    result = (unsigned)(((unsigned long ) result * 5000)/4096L);
    satuan =result/40;
    koma = result%40;
    suhu = satuan+3;

    //  suhu = suhu + 1;

```

```

//  if ( suhu >= 65 )
//      suhu =0;

if (suhu <=0)
    suhu = 0;
delay_ms(500);

if ( suhu >= 45)
    kondisi_suhu = 0;
else if ( suhu >= 44)
    kondisi_suhu = 1;
else if ( suhu >= 43)
    kondisi_suhu = 2;
else
    kondisi_suhu = 3;

task_suhu();
old_kondisi_suhu = kondisi_suhu;

}
void task_suhu()
{
    if(old_kondisi_suhu != kondisi_suhu)
    {
        if(kondisi_suhu == 3)
        {
            relay_1 = off;
            relay_2 = off;
            relay_3 = on;
        }

        else if(kondisi_suhu == 2)
        {

```

```

        relay_1 = off;
        relay_2 = on;
        relay_3 = off;

    }
    else if(kondisi_suhu == 1)
    {
        relay_1 = on;
        relay_2 = off;
        relay_3 = off;

    }
    else if(kondisi_suhu == 0)
    {
        relay_1 = off;
        relay_2 = off;
        relay_3 = off;

    }

}

}

}

////////////////////////////////OKSIGEN //////////////////////////////////
void baca_oksigen()
{
    adc_oksigen = read_adc(2);

    task_oksigen();
}
void task_oksigen()
{
    oksigen = (adc_oksigen * 100) / oksi_ref;

```

```

    if(oksigen < 0)
        oksigen = oksigen * (-1);
    if(oksigen >= 15)
        oksigen = 15;

    if(oksigen <= 10){
        servo = buka;
        kondisi_servo = 100;

    }
    else if (oksigen <= 15){
        servo = buka_setengah;
        kondisi_servo = 50;
    }
    else {
        servo = tutup;
        kondisi_servo = 0;
    }
}

/////////////////LEVEL ///////////////////

void baca_level()
{
    if(level_1==0 && level_2==0){
        new_level=0;
        lcd_gotoxy(6,2);
        lcd_putsf("LOW  ");
        level_low = on;
    }
    else if(level_1==1 && level_2==0){
        new_level=50;
        lcd_gotoxy(6,2);
        lcd_putsf("MEDIUM");
    }
}

```



```

        level_low = off;
    }
    else if (level_1==1 && level_2==1){
        new_level=100;
        lcd_gotoxy(6,2);
        lcd_putsf("HIGH ");
        level_low = off;
    }

    task_level();
    old_level=new_level;
}
void task_level()
{
    if(old_level != new_level)
        level = new_level;
}
////////////////////////////////tampilan data tekanan //////////////////////////////////
void tampil_lcd()
{
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Tekanan :");

    lcd_gotoxy(8,0);
    sprintf (tampil,"%0.2f psi ",psi);
    lcd_puts (tampil);

    //  lcd_gotoxy(17,0);
    //  sprintf (tampil,"%d ",adc_tekanan);
    //  lcd_puts (tampil);
    //

    //////////////////////////////////tampilan data suhu////////////////////////////////

```

```
lcd_gotoxy(0,1);  
lcd_putsf("Suhu:");
```

```
lcd_gotoxy(5,1);  
sprintf (tampil,"%d,%d ",suhu,koma);  
lcd_puts (tampil);  
lcd_gotoxy(10,1);  
lcd_putchar(0xDF);  
lcd_gotoxy(11,1);  
lcd_putchar('C');
```

```
lcd_gotoxy(13,1);  
sprintf (tampil,"%d",kondisi_suhu);  
lcd_puts (tampil);
```

```
//////////tampilan data oksigen//////////
```

```
lcd_gotoxy(0,3);  
lcd_putsf("O2:");
```

```
lcd_gotoxy(3,3);  
sprintf (tampil,"%d ",oksigen);  
lcd_puts (tampil);  
lcd_gotoxy(5,3);  
lcd_putchar('%');
```

```
lcd_gotoxy(7,3);  
sprintf (tampil,"%d ",kondisi_servo);  
lcd_puts (tampil);
```

```
//////////tampilan data level//////////
```

```
lcd_gotoxy(0,2);  
lcd_putsf("Level:");
```

```

//////////tampilan data waktu//////////
lcd_gotoxy(12,2);
sprintf (tampil,"%02d-%02d-%02d",tg,bl,th);
lcd_puts (tampil);
lcd_gotoxy(12,3);
sprintf (tampil,"%02d:%02d:%02d",jm,mn,dt);
lcd_puts (tampil);
}

```

```

void get_time()
{
    rtc_get_time(&jm,&mn,&dt);
    rtc_get_date(&ming,&tg,&bl,&th);
}

```

```

void tulis_judul()
{
    printf("Date");
    putchar(9);
    printf("Time");
    putchar(9);
    printf("Tekanan");
    putchar(9);
    printf("Suhu");
    putchar(9);
    printf("Level");
    putchar(9);
    printf("Oksigen");
    putchar(10);
    putchar(13);
}

```

```

void simpan_data()
{
    printf ("%02d-%02d-%02d",tg,bl,th);
    putchar(9);
    printf ("%02d:%02d:%02d",jm,mn,dt);
    putchar(9);
    printf ("%0.2f",bar);
    putchar(9);
    printf ("%d,%d",suhu,koma);
    putchar(9);

    if (new_level == 0)
        printf ("LOW");
    else if (new_level == 50)
        printf ("MEDIUM");
    else if (new_level == 100)
        printf ("HIGH");

    putchar(9);
    printf ("%d",oksigen);
    putchar('%');
    putchar(10);
    putchar(13);

}

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization

```

```
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In  
Func1=In Func0=In  
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T  
PORTA=0x03;  
DDRA=0x00;
```

```
// Port B initialization  
// Func7=Out Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=In  
Func2=In Func1=In Func0=In  
// State7=0 State6=T State5=0 State4=0 State3=T State2=T  
State1=T State0=T  
PORTB=0x00;  
DDRB=0xB0;
```

```
// Port C initialization  
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In  
Func1=In Func0=In  
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T  
PORTC=0x00;  
DDRC=0x00;
```

```
// Port D initialization  
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In  
Func1=In Func0=In  
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T  
State1=T State0=T  
PORTD=0xFC;  
DDRD=0xFC;
```

```
// Timer/Counter 0 initialization  
// Clock source: System Clock
```

```
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;
```

```
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
```

```
// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 125.000 kHz
```

```
// Mode: Fast PWM top=0xFF
// OC2 output: Inverted PWM
ASSR=0x00;
TCCR2=0x7C;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x06;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x33;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
```

```
SFIOR=0x00;
```

```
// ADC initialization  
// ADC Clock frequency: 1000.000 kHz  
// ADC Voltage Reference: AREF pin  
// Only the 8 most significant bits of  
// the AD conversion result are used  
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;  
ADCSRA=0x83;
```

```
// SPI initialization  
// SPI Type: Master  
// SPI Clock Rate: 2000.000 kHz  
// SPI Clock Phase: Cycle Start  
// SPI Clock Polarity: Low  
// SPI Data Order: MSB First  
SPCR=0x50;  
SPSR=0x00;
```

```
// TWI initialization  
// TWI disabled  
TWCR=0x00;
```

```
// I2C Bus initialization  
// I2C Port: PORTB  
// I2C SDA bit: 1  
// I2C SCL bit: 0  
// Bit Rate: 100 kHz  
// Note: I2C settings are specified in the  
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|I2C menu.  
i2c_init();
```

```
// DS1307 Real Time Clock initialization
```



```

// Square wave output on pin SQW/OUT: Off
// SQW/OUT pin state: 0
rtc_init(0,0,0);

// Alphanumeric LCD initialization
// Connections are specified in the
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD
menu:
// RS - PORTC Bit 7
// RD - PORTC Bit 6
// EN - PORTC Bit 5
// D4 - PORTC Bit 3
// D5 - PORTC Bit 2
// D6 - PORTC Bit 1
// D7 - PORTC Bit 0
// Characters/line: 20
lcd_init(20);

//set time rtc //

jm = 12;
mn = 37;
dt = 00;
ming = 01;
tg = 8;
bl = 07;
th = 18;

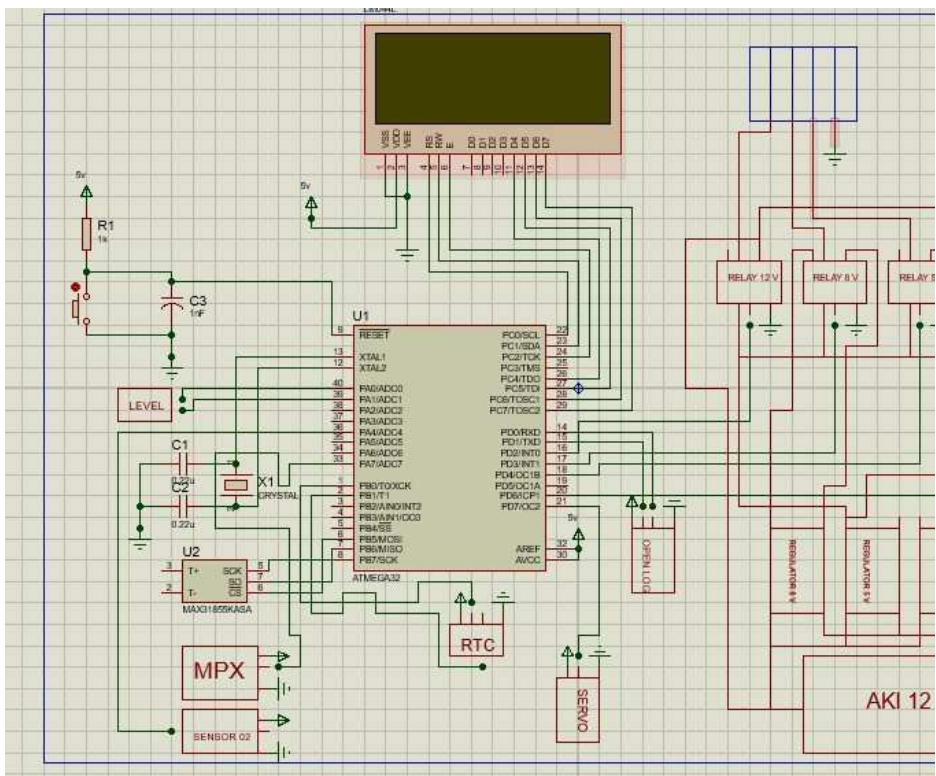
//rtc_set_time(jm,mn,dt);
//rtc_set_date(ming,tg,bl,th);
tulis_judul();

while (1)

```

```
{
    baca_tekanan();
    delay_ms(20);
    baca_oksigen();
    delay_ms(20);
    baca_level();
    delay_ms(20);
    tampil_lcd();
    baca_suhu();
    get_time();
//    lcd_clear();
    if(dt != old_dt)
    {
        simpan_data();
        old_dt = dt;
    }
```

## LAMPIRAN D WIRING



## LAMPIRAN E DATA PRESSURE

Respon Sensor	
waktu (menit)	<i>pressure</i> (Psi)
1	0.44
2	0.48
3	0.52
4	0.56
5	0.6

6	0.64
7	0.68
8	0.72
9	0.76
10	0.88
11	0.92
12	0.96
13	1
14	1.04
15	1.08
16	1.12
17	1.16
18	1.2
19	1.32
20	1.36
21	1.4
22	1.44
23	1.48
24	1.52
25	1.56
26	1.6
27	1.64
28	1.68
29	1.76
30	1.8
31	1.84
32	1.88
33	1.92
34	1.96
35	2
36	2.04
37	2.08

38	2.2
39	2.24
40	2.28
41	2.32
42	2.36
43	2.4
44	2.44
45	2.48
46	2.52
47	2.56
48	2.64
49	2.68
50	2.72
51	2.76
52	2.8
53	2.84
54	2.88
55	2.92
56	2.96
57	3
58	3.08
59	3.12
60	3.16
61	3.2
62	3.24
63	3.28
64	3.32
65	3.36
66	3.4
67	3.44
68	3.52
69	3.56

70	3.6
71	3.64
72	3.68
73	3.72
74	3.76
75	3.8
76	3.84
77	3.88
78	3.92
79	3.96
80	4
81	4.04
82	4.08
83	4.4
84	4.46
85	4.52
86	4.58
87	4.64
88	4.7
89	4.76
90	4.82
91	4.84
92	4.9
93	4.96
94	5.02
95	5.08
96	5.14
97	5.2
98	5.28
99	5.35
100	5.42
101	5.49

102	5.56
103	5.6
104	5.67
105	5.7
106	6
107	6
108	5.8
109	5.8
110	5.8
111	5.8
112	5.8
113	5.24
114	5.8
115	5.8
116	5.8
117	5.8
118	5.24
119	5.8
120	5.8

### **BIODATA PENULIS**

Nama lengkap penulis Vivi Normalia Hanania yang dilahirkan di Blitar pada tanggal 4 Oktober 1996 dari ayah bernama Imam Halimi dan ibu bernama Anis Lailatul Mubarakah. Penulis merupakan anak sulung dari dua bersaudara. Saat ini penulis tinggal di Tulungagung. Pada tahun 2009, penulis menyelesaikan pendidikan tingkat dasar di MI Manba'ul Ulum Buntaran. Pada tahun 2012 penulis menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di MTsN Aryojeding. Tahun 2015 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 1 Rejotangan. Dan pada tahun 2018 ini, penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi DIII-Teknologi



Instrumentasi, Departemen Teknik  
Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut  
Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.  
Penulis berhasil menyelesaikan Tugas  
Akhir dengan judul “**RANCANG  
BANGUN SISTEM PENGENDALIAN  
PRESSURE PADA PRODUKSI  
BROWN’S GAS MENGGUNAKAN  
GENERATOR HHO TIPE *DRY CELL*”.**

Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email [vivi.normalia@gmail.com](mailto:vivi.normalia@gmail.com).